植 物 分 类 学 报 27 (6): 405—420(1989)
Acta Phytotaxonomica Sinica

# 舟山群岛植物区系地理的数值研究

郝思军 徐炳声 缪柏茂
(上海自然博物馆)

# A NUMERICAL STUDY ON THE FLORISTICS OF THE ZHOUSHAN ARCHIPELAGO

Hao Si-jun Hsu Ping-sheng Miao Bai-mao
*(Shanghai Museum of Natural History)*

**Abstract** The Zhoushan Archipelago, one of the famous fishing grounds in China, is located in the northern part of the Donghai Sea, at the mouth of the Hangzhou Bay (Fig. 1). The flora of the archipelago was botanically little known. After 1972, several botanical explorations to the archipelago were conducted by Qiu L.-Q. of the Shanghai Museum of Natural History, and nearly one thousand numbers of plant specimens were collected. From these specimens, we have identified about 500 species of seed plants. The present paper deals with a numerical taxonomic study of the floristic affinities of seed plants of the Zhoushan Archipelago by means of both cluster and principal component analyses (PCA).

The total distribution realm of the Zhoushan floristic elements is divided into 18 regions, which were used as Operational Taxonomic Units (OTU). The 348 native species and infraspecific taxa (see Appendix 1, excluding cultivated plants, ruderals and exotics) of seed plants were used as characters of the OTUs. A normal cluster analysis using UPGMA gave rise to a phenogram (Fig. 1). The phenogram provides a great amount of information regarding the floristic affinities between Zhoushan and the other regions. In the PCA, method of inverse analysis was used and has brought forth two diagrams of dimensional program (Fig. 2a,b). These diagrams give some hints of the distributional trends of geographical elements and floristic affinities.

The result of the above analyses shows that the floristics of the Zhoushan Archipelago is the most closely related to those of its neibouring regions, for instance, Zhejiang mainland, Jiangsu and some other regions of eastern China. Though rich in island elements, the archipelago has almost no endemic species. The short distance between the archipelago and the mainland, which has favored mutual exchange of plants, and the severe destruction of the original forest vegetation, may account for this phenomenon. The floristic similarities between Zhoushan and Taiwan of China and between the archipelago and Japan are not so remarkable. This may be

本文蒙王强等同志在野外工作中予以帮助，徐建亚同志协助绘图，谨此致谢。
1988.02.13 收稿。

due to both the climatical difference and geographical barriers existing between these floristic regions. Yet the presence of a number of linking plants confined to these floras, such as *Rhaphiolepis integerrima*, *Anodendron salicifolium*, and *Eurya japonica*, etc., suggests that these regions should be considered as being of the common tertiary origin.

The mountain forest flora of Zhoushan is more closely related to those of southern regions than to those of northern regions of China, From the point of view of floristic regionalization, it is appropriate to consider the flora of the Zhoushan Archipelago as a part of the northern subregion of the mid-subtropical region.

**Key words** The Zhoushan Archipelago; Floristics; Numerical study

**摘要** 本文根据对舟山群岛种子植物348个种（及种以下分类单位）在18个地理单位的分布状况进行计算机聚类分析和主成分分析（PCA），表明了该群岛与我国大陆的浙江和江苏植物区系有着密切的亲缘关系和相似性；与日本和我国台湾植物区系的联系则不如一般所认为的那样接近，当然，仍有不少十分有意义的连锁植物存在于三者之间。

舟山群岛在植物区系区划上应为中亚热带北部亚地带，区系特点之一是岛屿植物较发达，而山地森林区系则与我国南方植物区系相接近。

**关键词** 舟山群岛；植物区系地理；数值研究

舟山群岛为我国东海北部的主要岛屿，本研究采用数值方法对该群岛种子植物的分布资料进行处理，试图对舟山群岛种子植物的区系组成状况及其与各有关植物区系，尤其是华东、我国台湾和日本植物区系的亲缘关系进行分析。应用数值方法进行植物区系地理的研究，在国内尚不多见，本研究也只能说是这方面的一个尝试而已。

## 材料和方法

### （一）植物的分布区资料

从1972年以来，由邱莲卿、陆瑞琳、张美珍、缪柏茂、王强、郝思军等在舟山群岛30余个主要岛屿进行了十多次采集，获得近两千号种子植物标本[1]，并收藏在上海自然博物馆。经对它们进行整理、鉴定，剔除在区系讨论中没有多大意义的栽培种及116个全国乃至世界的广布种（其中有不少是平原随遇种），共得到348个野生植物种（包括种下分类单位，下同），对其进行了编号。按每一个种在18个地理单位（见下文）中的分布情况（有或无）获得了它们的分布区资料。

### （二）区系地理单位的划分

总共划出18个地理单位。由于华东地区与舟山群岛最为接近，在区系分析中占有重要地位，而华东各省与舟山群岛的距离又远近不一，将它们总归为一个地理单位未免过于粗略，故按省划分为浙江、江苏、安徽、江西、福建和山东6个地理单位；我国其它的地理单位为台湾、华中、华南、西南、华北、西北和东北；还有日本、朝鲜、东南亚和南亚，以及舟山群岛共18个地理单位。各地理单位表示的区系地理范围与行政区划一致。

1）这项研究工作的范围还包括杭州湾附近的大金山岛、菜荠山等岛屿。

（三）方法

用计算机对 18 个地理单位中 348 个种的分布区资料进行聚类分析(cluster analysis)和主成分分析（PCA)。聚类分析采用非加权算术平均法（UPGMA)，进行以地理单位为基本运算单位（OTU）的正分析运算和聚类分析。因考虑到使用相关系数（$R$）将会在运算中出现分母为零的情况,所以选用了联合系数 $S_j$ 和 $S_m$ 进行计算:

$$S_j = \frac{a}{n-d} \qquad S_m = \frac{a^2 - bc}{(a+b)(a+c)}$$

因限于计算机内存容量,只能进行逆分析,即用植物种对各地理单位进行排序。

本研究的数据处理全部由上海自然博物馆的 IBM-PC/XT 计算机进行,使用 BASIC 语言。程序和全部数据、结果均存于上海自然博物馆。

# 结果与讨论

根据对 348 种植物进行的聚类运算得到的结果，作出 18 个地理单位的聚合树系图(图 1);根据 PCA 逆分析运算得到的第一主成分、第二主成分和第三主成分,作出 348 个种对 18 个地理单位的二维排序图(图 2)，并根据同时得到的各主成分特征值进行分析。

（一）18 个地理单位的聚类分析(正分析)

用不同水准的表相群线（phenon line）来划分根据联合系数 $S_j$ 和 $S_m$ 计算作出的聚合树系图(图 1a、1b)，结果如下:

1. 当表相群线为 0.65 ($S_j$) 和 0.61 ($S_m$) 时,在 $S_j$ 和 $S_m$ 树系图上出现相似的情况：华东各省与华中、华南、西南已经聚合，在这个水平上,其它各地理单位尚未聚合。

2. 当表相群线为 0.48 ($S_j$) 和 0.32 ($S_m$) 时，台湾岛、日本已与上述结果中的大集簇合并(在 $S_m$ 图中，朝鲜也已并入)。其它各地理单位有东北与华北、东南亚与南亚分别合并。

3. 当表相群线为 0.28 ($S_j$) 和 0.36 ($S_m$) 时，我国的植物区系可大致分为北方和南方两大部分。在 $S_j$ 图中,北方区系还包括了朝鲜,南方区系包括了日本;在 $S_m$ 图中，北方区系包括了日本和朝鲜。

对各结果摘要分析如下:

1. 舟山群岛植物区系地理的特点及其与浙江植物区系的关系

在聚合树系图上,舟山区系首先与浙江区系结合。从地史上讲,舟山群岛是闽、赣交界处的武夷山脉沿西南向东北的方向延伸,经浙西南的仙霞岭、浙东的天台山后在东海的残体。直至第三纪,该群岛尚与浙东大陆几度离合,后经新构造运动和多次海侵方成为现在的舟山群岛。在植物区系方面，它与浙江大陆之间必然有着极其明显的相似性[3]。舟山群岛山地森林植被的主要上层乔木有：铁椆 *Cyclobalanopsis glauca*、苦槠 *Castanopsis sclerophylla*、麻栎 *Quercus acutissima*、栓皮栎 *Q. variabilis*、白栎 *Q. fabri*、朴树 *Celtis sinensis*、化香 *Platycarya strobilacea*、榔榆 *Ulmus parvifolia*、天仙果 *Ficus beecheyana*、樟 *Cinnamomum camphora*、枫香 *Liquidambar formosana*、檵木 *Loropetalum chinense*、糯米椴 *Tilia henryana* var. *subglabra*、冬青 *Ilex chinensis*、盐肤木 *Rhus chinensis*、柃木 *Eurya japonica* 等;林下由数十种植物组成灌木层，主要

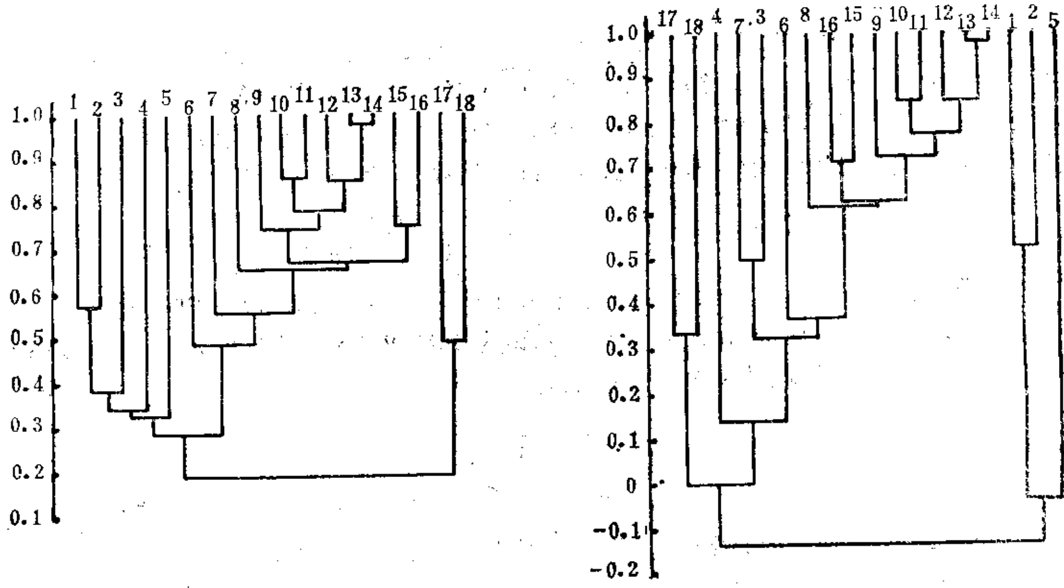



**Fig. 1a** **Fig. 1b**

图 1a 由联合系数 $S_j$ 得到的树系图示 18 个地理单位之间的区系关系

Fig. 1a Phenogram obtained through joint coefficient $S_j$, showing floristic affinities among the 18 geographical units.

1.我国东北 NE. China; 2.华北 N. China; 3.朝鲜 Korea; 4.我国西南 NW. China; 5.我国山东 Shandong, China; 6.我国台湾 Taiwan, China; 7.日本 Japan; 8.我国西南 SW. China; 9.华中 C. China; 10.我国安徽 Anhui, China; 11 我国江西 Jiangxi, China; 12.我国江苏 Jiangsu, China; 13.我国浙江 Zhejiang, China; 14.舟山群岛 Zhoushan Archipelago; 15.我国福建 Fujian, China; 16.华南 S. China; 17.东南亚 SE. Asia; 18.南亚 S. Asia.

图 1b 由联合系数 $S_m$ 得到的树系图示 18 个地理单位之间的区系关系

Fig. 1b Phenogram obtained through joint coefficient $S_m$, showing floristic affinities among the 18 geographical units.

* 地理单位编号同图 1a

* The serial number of geographical units are the same as those in Fig. 1a.

有蔷薇属 *Rosa*、胡枝子属 *Lespedeza*、悬钩子属 *Rubus*、石楠属 *Photinia*、胡颓子属 *Elaeagnus*、野茉莉属 *Styrax* 植物，还有构骨 *Ilex cornuta*、算盘子 *Glochidion puberum*、无患子 *Sapindus mukorossi*、乌蔹莓 *Cayratia japonica*、细齿叶柃 *Eurya nitida*、紫金牛 *Ardisia japonica*、蚊母树 *Distylium racemosum*、金银花 *Lonicera japonica*、虎刺 *Damnacanthus indicus* 等。以上均为杭州地区和天目山所常见。在舟山群岛 348 种植物中，在浙江大陆未见分布的种不超过 10 个。

舟山群岛与浙江大陆植物区系的主要差别在于：(1) 舟山区系缺乏特有成分，而分布范围较广的北温带成分及 348 种以外的广布种和常见随遇种比例较高，这一点与杭州地区有相似之处，与以天目山为代表的浙江森林植物区系有一定差别。(2)滨海植物区系成分较为发达，这在浙江大陆沿海也是少见的。在舟山群岛常见的滨海植物有 50 种左右，如滨海酸模 *Rumex maritimus*、海桐 *Pittosporum tobira*、滨海前胡 *Peucedanum japonicum*、番杏 *Tetragonia tetragonioides*、海边香豌豆 *Lathyrus maritimus*、滨海珍珠菜 *Lysimachia mauritiana*、单叶蔓荆 *Vitex trifolia* var. *simplicifolia*、砂地狗哇

花 *Heteropappus arenarius*、中华补血草 *Limonium sinense*、柳叶蟮藤 *Anodendron salicifolium*、芙蓉菊 *Crossostephium chinense*、沙滩黄芩 *Scutellaria strigillosa* 及柃属 *Eurya* 和苔草属 *Carex* 多种。(3)群落结构上略有差异，舟山群岛缺乏针叶林，并且次生林相当普遍，这主要是由岛屿的海洋环境条件所造成的。

2. 舟山群岛与江苏植物区系的比较

在 $S_j$ 和 $S_m$ 聚合树系图上，江苏首先和舟山、浙江两个区系聚合。从整个江苏来看，植物分布较为丰富的地区应首推处于中亚热带的苏南宜溧低山丘陵区和北亚热带的长江南北平原丘陵区(大井次三郎，1978)。这两个地区与舟山群岛在纬度上相差无几，在自然条件乃至林木砍伐和植物栽培等人为因素影响方面都比较相似。在舟山，既存在苦槠、铁椆、红楠 *Machilus thunbergii*、樟、天竺桂 *Cinnamomum japonicum*、浙江新木姜子 *Neolitsea sericea* 等中亚热带常见但北亚热带未出现过或仅有零星分布的常绿阔叶乔木(林下常见的山矾属 Symplocos 数种也为北亚热带所无)，也有着大量由化香、朴树、冬青、黄连木 *Pistacia chinensis*、枫香、檫木 *Sassafras tzumu* 及栎属多种等组成的北亚热带常绿落叶阔叶次生林的成分。且在上述上层林木下，檵木、映山红 *Rhododendron simsii*、乌饭树 *Vaccinium bracteatum*、白栎等中亚热带北部的典型树种，在舟山群岛各岛屿都十分常见；而中亚热带南部林下的典型代表桃金娘 *Rhodomyrtus tomentosa*、岗松 *Baeckea frutescens* 等，在舟山群岛却都没有见到。综上所述，将舟山群岛划为中亚热带北部亚地带是比较合理的。因此，江苏南部和舟山群岛是属于相同或相近的植被带的。从用于计算的 348 个种所得到的两地相似百分率高达 84.3% 这一事实，也足以看出这两个地区植物种类交流之频繁。而且这些种类也多为华东地区所常见。这样就容易理解为什么安徽、江西区系在表相群线为 0.78 ($S_j$) 和 0.77 ($S_m$) 时就与舟山、浙江和江苏区系聚合了。

3. 舟山群岛与日本、台湾岛植物区系的关系

不少关于华东和浙江植物区系的研究结果表明(大井次三郎，1978；中国自然地理编辑委员会，1979；初岛住彦等，1979；徐炳声，1965)，浙江沿海植物区系与台湾岛和日本群岛，尤其是琉球群岛的植物区系相当接近。这里，仅根据计算机聚合运算的结果和植物分布的状况，对这一向来令人感兴趣的问题加以讨论。

(1) 舟山群岛和日本植物区系的关系

据古地质研究资料(中国植被编辑委员会，1979)，第三纪末时，长江入海口尚在今日的嵊泗列岛附近，后来在东海形成了一条水下谷地，向东南或东以急坡峡谷形式进入冲绳海槽。可见，舟山群岛与日本，尤其是琉球群岛，在地质上有着一定的联系。在植物区系方面，壳斗科数种、天竺桂、红楠、化香、蚊母树 *Distylium racemosum*、浙江新木姜子、冬青、石斑木属 *Rhaphiolepis* 3 种、柃属数种、赤楠 *Syzygium buxifolium*、柳叶蟮藤、流苏树 *Chionanthus retusus*、苎麻 *Boehmeria nivea*、南京椴 *Tilia miqueliana*、小叶水蜡树 *Ligustrum ibota* var. *microphyllum*、木通 *Akebia quinata* 等，均为舟山群岛和日本共有(部分种的分布区超出我国浙江、日本范围)。其中，化香、蚊母树为华东、日本所常见；天竺桂与日本种较接近，而与浙江大陆的标本有某些差异；一些滨海植物如柃属的滨柃 *Eurya emarginata*、柃木 *E. japonica* 等为舟山群岛和日本南部沿海广泛分布；浙江新木姜子仅见于我国浙江、日本和朝鲜；小叶水蜡树则仅在我国江苏、浙江和日本分布；厚叶

石斑木（*Rhaphiolepis umbellata*）仅产舟山群岛的普陀山、浙江大陆的天台山及日本；尤其令人感兴趣的是，石斑木属的另一种——全缘石斑木 *Rh. integerrima* 和帚状藜 *Chenopodium virgatum* 先前仅日本和我国台湾有记录，但这次我们在普陀山也发现了这两个种，这是三者之间的联系的一种有力证明。综上所述，舟山群岛与日本植物区系的联系是明显的。

(2) 舟山群岛与台湾植物区系的联系

台湾与大陆的最后分离大约在第四纪初。

在植物区系方面，帚状藜和全缘石斑木的例子已如前述；柃属在舟山群岛有5种，其中3种见于台湾；海桐是一种滨海植物，台湾岛及日本等也有；柳叶鳝藤的分布区仅限于舟山群岛的普陀山、台湾岛和日本；舟山群岛的5种芸香科植物中台湾就有4种；枫香、黄连木、檫木、梾木 *Cornus macrophylla*、中华补血草、芫花 *Daphne genkwa* 及南方常见的红皮树 *Styrax suberifolia* 等为舟山群岛和台湾岛共有而未见于日本。

在舟山群岛348种植物中，有163个木本种。舟山群岛与日本、台湾岛在木本植物成分上的相似情况见表1：

表1 舟山群岛木本植物区系（163种）与日本、台湾岛区系的相似性

Table 1 The affinities among the Zhoushan Archipelago and Japan and Taiwan Island in woody floras (163 spp.)

| 对比区系<br>Floristic regions compared | 相同种数<br>No. of identical spp. | 相似性百分率(%)<br>Percentage of affinity (%) |
|---|---|---|
| 舟山群岛与日本<br>Zhoushan Archipelago & Japan | 79 | 48.5 |
| 舟山群岛与台湾岛<br>Zhoushan Archipelago & Taiwan Island | 70 | 42.9 |
| 日本与台湾岛<br>Japan & Taiwan Island | >40 | >25 |

(3) 舟山群岛与台湾岛、日本植物区系的差异

舟山群岛与台湾岛、日本植物区系具有明显的相似性，但从聚合树系图（图2a、2b）上可知：舟山区系首先与浙江、江苏区系合并，然后与华东其它各省及华中、西南和华南等各区系聚合，直至表相群线为0.48 ($S_j$) 和0.36 ($S_m$) 时才与台湾区系相结合，当表相群线为0.55 ($S_j$) 和 0.32 ($S_m$) 时再与日本聚合。这是因为用于计算机分析的348种植物中，大量的是华东乃至华中、华南、西南常见种，而我国台湾和日本的成份则相对较少。分布区不超出我国浙江、江苏、福建、台湾及日本和朝鲜的种仅约11种，而仅为舟山群岛和台湾岛、日本所共有的种则绝无仅有。

造成上述情况不外乎以下三个方面的原因：舟山群岛所处的纬度；它与台湾岛、日本之间存在的地理隔离；人为干扰对舟山群岛区系的影响。从纬度上讲，日本处于舟山群岛以北，温带成份必然较多，仅日本南部的琉球群岛和九州与舟山群岛纬度相近；台湾在纬度上明显趋南，其北缘尚且与舟山群岛相差5°，台湾的北部处于南亚热带，中部和南部已进入热带。因此，显而易见的是，舟山群岛与台湾岛、日本之间因纬度不同所造成的气温、雨量等自然因素的差异，以及地理间隔所造成的植物迁移的困难，是解释它们之间植物区

系成分存在差别的主要原因。

从表 2 可以看到舟山群岛和邻近地区在植物区系上的相似性程度比较。

**表 2 舟山群岛种子植物区系与我国浙江、江苏、台湾及日本、朝鲜植物区系的相似性**

Table 2 The affinities between the Zhoushan Archipelago and Zhejiang, Jiangsu, Taiwan of China, Japan and Korea respectively in the composition of seed plants

| 与舟山群岛的对比区系 Floristic regions compared with Zhoushan Archipelago | 相同种数 No. spp. shared | 相似性百分率(%) Percentage of affinity (%) |
|---|---|---|
| 我国浙江大陆 Mainland of Zhejiang, China | 341 | 98.0 |
| 我国江苏 Jiangsu, China | 293 | 84.2 |
| 我国台湾 Taiwan, China | 173 | 49.7 |
| 日本 Japan | 209 | 60.1 |
| 朝鲜 Korea | 132 | 37.9 |

（二）主成分分析（PCA 逆分析）

在 PCA 分析中，前三个主成分占总信息量的 69.44%、6.29% 和 4.28%，分别由第一、第二和第二、第三主成分作二维排序(图 2a、2b)。

如图 2a 所示，在第一主成分轴（①轴)上 2.0 至 3.6 之间的①轴下方，密集了约 60% 的种，其中包括苦槠、铁椆、红楠、樟、檫木、映山红、牛筋树 *Lindera glauca*、乌饭树、红皮树、野梧桐 *Mallotus japonicus* var. *floccosus*、南五味子、天仙果 *Ficus beecheyana*、石斑木 *Rhaphiolepis indica* 等大多数常绿乔木和南方的种，而整个舟山群岛山地森林区系也主要是由这些植物所组成，体现了舟山群岛所属中亚热带北部亚地带的区系特点及其与南方各植物区系的亲缘关系。在第一主成分的特征值中，舟山、浙江及华东和南方各区系的正值较大(表 3)：

**表 3 PCA 分析的第一主成分特征值***

Table 3 Eigenvectors of the first principal component of PCA

| 区系名称 Floristic region | 舟山群岛 Zhoushan | 浙江 Zhejiang | 江苏 Jiangsu | 江西 Jiangxi | 安徽 Anhui | 华中 C. China | 福建 Fujian | 华南 S. China |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 特征值 Eigenvector | 0.35 | 0.35 | 0.32 | 0.31 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 |

* 仅列出特征值最大的 8 个区系。

由此可见，舟山群岛及浙江区系是第一主成分的主导特征。

从图 2b 上可见，在第二主成分轴(②轴)上，正值较大的种编号点多为分布区可达我国北方的植物。将正值大于 1.0 的 50 个种(分属 44 属）按属的分布区类型作地理成分的归类[1]，结果是：世界广布属有 6 属，占总属数的 13.6%，如苔草属 *Carex*、藜属 *Chenopodium*、盐角草属 *Salicornia*、蓼属 *Polygonum* 等；温带成分最多，共 24 属，占总属数的 54.5%，其中北温带成分就有 16 属，占总属数的 36.4%，如女娄菜属 *Melandrium*、砂引草属 *Messerschmidia*、委陵菜属 *Potentilla*、百合属 *Lilium*、枸杞属 *Lycium*、葡

1）地理成分归类按吴征镒教授的标准。

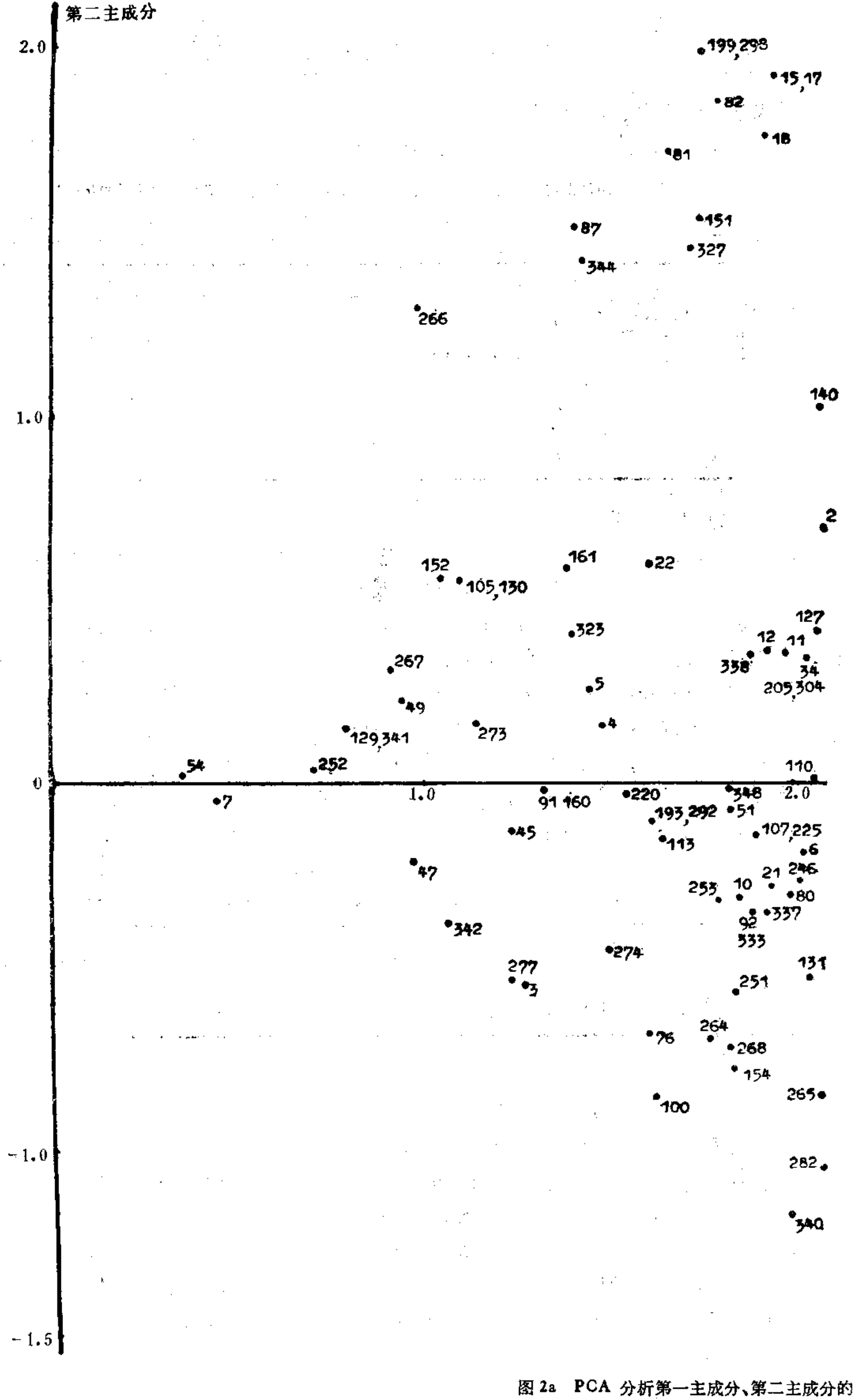



图 2a PCA 分析第一主成分、第二主成分的

Fig. 2a The dimensional matrix of the first and second principal

3.0

4.0 第一主成分

二维排序(植物种编号见附录 1)

components in the PCA analysis (see Appendix for code No of species)

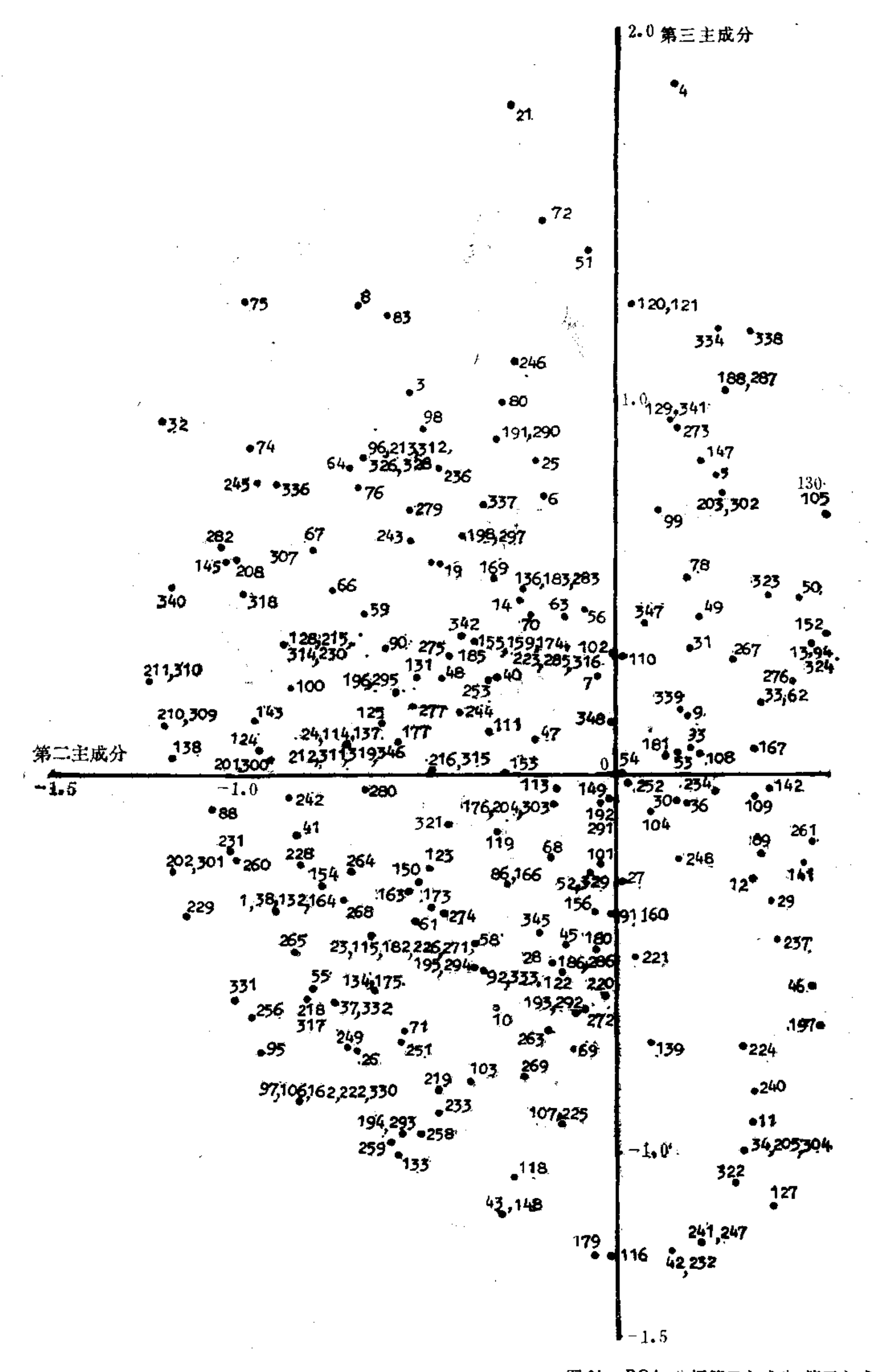



图 2b　PCA 分析第二主成分、第三主成

Fig. 2b　The dimensional matrix of the second and third p incipal

343

278 238

22 77 15,17

18

20.

250

239

81

165 199

184,284 16 82

168 209,308

257

79

254

57 73,320 206,207,305,306

161

126

1.0 2.0 2.5 第二主成分

44 2 235

227 178 117,200,299 281

158 327

325

140 266

87

335

135 170 189,288 85,190,289

255 84

60,171,172

65

157

296 344 35

214,313

39

151

112

146 344

18

262

270

分的二维排序（植物种编号见附录 1）

components in the PÇA analysis (see Appendix for code No of species)

萄属 *Vitis*、大戟属 *Euphorbia* 等;其它各种成分总共只有 14 属，占总属数的 31.8%，而且各种均为可分布至华北或东北等温带地区的植物，如松蒿 *Phtheirospermum japonicum*、阴行草 *Siphonostegia chinensis*、峨参 *Anthriscus sylvestris*、山豆花 *Lespedeza tomentosa*、肾叶天剑 *Calystegia hederacea*、海州香薷 *Elsholtzia splendens* 等。另外,在这 50 种植物中草本种比例极高,共有 40 种，占 80.0%。但这类植物并不多，代表亚热带植物区系的绝大部分种在②轴上主要处于负值方面，这种趋势在图 2a、2b 上有着一致的表现。因此,②轴上种的分布模式似与纬度相仿,并且以 0 至－1 之间分布点尤为密集,常绿和落叶乔木的大部分均在此范围内。所以,或可将此区域大致看成是与舟山群岛同纬度的江、浙、皖、赣一带的华东植物区系(北亚热带至中亚热带)，0 以上表示北方植物区系。第二主成分的特征值为这种表示方法提供了可能性(表 4):

**表4 PCA 分析的第二主成分特征值**

Table 4 Eigenvectors of the second principal component of PCA

| 区系名称 Floristic region | 华北 N. China | 中国东北 NE. China | 朝鲜 Korea | 中国山东 Shandong, China | 中国西北 NW. China | 日本 Japan | 中国江苏 Jiangsu, China | 舟山群岛 Zhoushan Archipelago | 中国浙江 Zhejiang, China |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 特征值 Eigenvector | 0.48 | 0.41 | 0.34 | 0.27 | 0.26 | 0.19 | 0.10 | 0.02 | 0.01 |
| 区系名称 Floristic region | 华中 C. China | 中国台湾 Taiwan, China | 中国安徽 Anhui, China | 南亚 South Asia | 中国西南 SW. China | 中国江西 Jiangxi, China | 东南亚 SE. Asia | 中国福建 Fujian, China | 华南 S. China |
| 特征值 Eigenvector | −0.04 | −0.06 | −0.09 | −0.12 | −0.13 | −0.15 | −0.17 | −0.25 | −0.32 |

由此可见，第二主成分在 348 种植物的分布趋势方面看来比第一主成分更为清楚。如果去除第一主成分的主导特征(即舟山群岛和浙江区系)，第二主成分所占信息量比例必然增大,上述植物种的分布趋势也必然反映得更加充分。

## 结　　语

上述研究结果和讨论表明:

1. 舟山群岛植物区系与其邻近的浙江大陆、江苏及华东各省植物区系亲缘关系相当密切,这是它们在地史上联系和地理上便于植物交流的必然结果。

2. 舟山群岛岛屿植物十分发达，相当种数和广泛分布的滨海植物表现出群岛植物区系成分的特点;但缺乏特有种,则是该群岛与外界植物交流过于频繁，以及原有森林植被遭严重破坏的后果。

3. 这项研究表明,舟山群岛与我国台湾、日本的植物区系相似性并不十分显著。但又有一些令人感兴趣的连锁植物存在,如全缘石斑木 *Rhaphiolepis integerrima*、柳叶鳝藤 *Anodendron salicifolium* 和柃木 *Eurya japonica* 等，反映了这三个地区植物区系联系的意义。

4. 从聚类和主成分分析结果及所作讨论来看，舟山群岛山地森林区系更接近于我国南方地区,在区系范围方面,则属于中亚热带北部亚地带的一部分。

## 附录1　舟山群岛种子植物名录

## Appendix 1 A List of Seed Plants on the Zhoushan Archipelago

1. *Pinus massoniana*
2. *Bromus remotiflorus*
3. *Dactyloctenium aegyptiacum*
4. *Digitaria violascens*
5. *Ischaemum aristatum* var. *glaucum*
6. *Miscanthus floridulus*
7. *Parapholis incurva*
8. *Paspalum orbiculare*
9. *Phragmites australis*
10. *Phyllostachys congesta*
11. *Poa fabri*
12. *Roegneria mayebarana*
13. *Themeda triandra* var. *japonica*
14. *Carex doniana*
15. *C. kobomugi*
16. *C. leucochlora*
17. *C. pumila*
18. *C. scabrifolia*
19. *C. tristachya*
20. *Bulbostylis barbata*
21. *Fimbristylis sericea*
22. *Arisaema ringens*
23. *A. sikokianum* var. *serratum*
24. *Eriocaulon buergerianum*
25. *Commelina bengalensis*
26. *Murdannia triquetra*
27. *Monochoria vaginalis*
28. *Juncus alatus*
29. *J. setchuensis*
30. *Aletris spicata*
31. *Asparagus cochinchinensis*
32. *Dianella ensifolia*
33. *Disporum sessile* var. *flavens*
34. *Lilium brownii* var. *viridulum*
35. *L. lancifolium*
36. *Liriope spicata*
37. *Paris polyphylla* var. *chinensis*
38. *Polygonatum cyrtonema*
39. *P. odoratum*
40. *Smilax china*
41. *S. davidiana*
42. *S. glauco-china*
43. *Lycoris radiata*
44. *Dioscorea opposita*
45. *Amitostigma pinguiculum*
46. *Bletilla striata*
47. *Luisia hancockii*
48. *Microtis parviflora*
49. *Neofinetia falcata*
50. *Platanthera minor*
51. *Piper kadsura*
52. *Chloranthus fortunei*
53. *Platycarya strobilacea*
54. *Carpinus putoensis*
55. *Castanopsis sclerophylla*
56. *Cyclobalanopsis glauca*
57. *Quercus acutissima*
58. *Q. fabri*
59. *Q. gilva*
60. *Q. variabilis*
61. *Celtis sinensis*
62. *Ulmus parvifolia*
63. *Broussonetia papyrifera*
64. *Cudrania cochinchinensis*
65. *C. tricuspidata*
66. *Ficus beecheyana*
67. *F. pumila*
68. *Boehmeria longispica*
69. *B. nivea*
70. *Nanocnide japonica*
71. *N. pilosa*
72. *Pilea peploides*
73. *Thesium chinense*
74. *Polygonum barbatum*
75. *P. chinense*
76. *P. runcinatum* var. *sinense*
77. *P. senticosum*
78. *Rumex maritimus*
79. *Chenopodium acuminatum*
80. *C. virgatum*
81. *Salsola komarovii*
82. *Salicornia europaea*
83. *Tetragonia expansa*
84. *Dianthus chinensis*
85. *Melandrium apricum*
86. *Silene fortunei*
87. *Spergularia marina*
88. *Clematis chinensis*
89. *C. terniflora*
90. *Ranunculus cantoniensis*
91. *R. polii*
92. *Thalictrum fortunei*
93. *Akebia quinata*
94. *Cocculus orbiculatus*
95. *Diploclisia affinis*
96. *Stephania japonica*
97. *Kadsura longipedunculata*
98. *Cinnamomum camphora*
99. *C. japonicum*
100. *Cryptocarya chingii*
101. *Lindera erythrocarpa*
102. *L. glauca*
103. *Litsea coreana* var. *sinensis*
104. *Machilus thunbergii*

105. *Neolitsea sericea*
106. *Sassafras tzumu*
107. *Corydalis edulis*
108. *C. incisa*
109. *C. ophiocarpa*
110. *C. pallida*
111. *C. racemosa*
112. *Orychophragmus violaceus*
113. *Raphanus sativus* var. *hortensis* f. *rephanistroides*
114. *Drosera peltata* var. *lunata*
115. *Sedum bulbiferum*
116. *S. emarginatum*
117. *S. sarmentosum*
118. *Deutzia scabra*
119. *Saxifraga stolonifera*
120. *Pittosporum tobira*
121. *Distylium racemosum*
122. *Liquidambar formosana*
123. *Loropetalum chinense*
124. *Photinia glabra*
125. *P. serrulata*
126. *Potentilla discolor*
127. *Prunus glandulosa*
128. *Rhaphiolepis indica*
129. *Rh. integerrima*
130. *Rh. umbellata*
131. *Rosa bracteata*
132. *R. cymosa*
133. *R. henryi*
134. *R. laevigata*
135. *R. multiflora*
136. *Rubus hirsutus*
137. *R. lambertianus*
138. *R. sumatranus*
139. *Spiraea chinensis*
140. *S. dasyantha*
141. *Albizzia julibrissin*
142. *A. kalkora*
143. *Caesalpinia decapetala*
144. *Campylotropis ichangensis*
145. *Cassia mimosoides* var. *wallichiana*
146. *Cercis chinensis*
147. *Crotalaria sessiliflora*
148. *Dalbergia hupeana*
149. *Desmodium racemosum*
150. *Dunbaria villosa*
151. *Gueldenstaedtia multiflora*
152. *Lathyrus japonicus*
153. *Lespedeza cuneata*
154. *Lespedeza fordii*
155. *L. bicolor* subsp. *formosa*
156. *L. pilosa*
157. *L. tomentosa*
158. *L. virgata*
159. *Rhynchosia volubilis*
160. *R. volubilis* var. *leiocarpa*
161. *Thermopsis chinensis*
162. *Evodia fargesii*
163. *E. rutaecarpa*
164. *Zanthoxylum armatum*
165. *Z. schinifolium*
166. *Z. simulans*
167. *Ailanthus altissima*
168. *Picrasma quassioides*
169. *Melia azedarach*
170. *Euphorbia esula*
171. *E. pekinensis*
172. *E. sieboldiana*
173. *Glochidion puberum*
174. *Mallotus japonicus* var. *floccosus*
175. *M. repandus* var. *chrysocarpus*
176. *Phyllanthus ussuriensis*
177. *Sapium sebiferum*
178. *Securinega suffruticosa*
179. *Buxus sinica*
180. *Pistacia chinensis*
181. *Rhus chinensis*
182. *Ilex chinensis*
183. *I. cornuta*
184. *I. rotunda*
185. *Celastrus aculeatus*
186. *C. orbiculatus*
187. *Euonymus bungeanus*
188. *E. carnosus*
189. *Euscaphis japonica*
190. *Sapindus mukorossi*
191. *Meliosma myriantha* var. *pilosa*
192. *Rhamnella franguloides*
193. *Rhamnus globosa*
194. Sageratia thea
195. *Ampelopsis sinica*
196. *A. sinica* var. *hancei*
197. *Parthenocissus tricuspidata*
198. *Tetrastigma hemsleyanum*
199. *Vitis adstricta*
200. *V. flexuosa*
201. *V. piasezkii*
202. *V. quinquangularis*
203. *Corchoropsis tomentosa*
204. *Grewia biloba*
205. *G. biloba* var. *parviflora*
206. *Tilia henryana* var. *subglabra*
207. *T. miqueliana*
208. *Camellia chekiang-oleosa*
209. *Eurya alata*
210. *E. emarginata*
211. *E. japonica*
212. *E. loquiana*
213. *E. nitida*
214. *Hypericum attenuatum*
215. *H. japonicum*

216. *H. sampsonii*
217. *Elatine triandra*
218. *Tamarix chinensis*
219. *Viola betonicifolia*
220. *V. cordifolia*
221. *V. grypoceras*
222. *V. inconspicua*
223. *Xylosma japonica*
224. *Daphne genkwa*
225. *Elaeagnus argyi*
226. *E. pungens*
227. *E. umbellata*
228. *Alangium chinense*
229. *A. kurzii*
230. *Syzygium buxifolium*
231. *Melastoma dodecandrum*
232. *Acanthopanax gracilistylus*
233. *Hedera nepalensis* var. *sinensis*
234. *Kalopanax septemlobus*
235. *Anthriscus sylvestris*
236. *Centella asiatica*
237. *Cryptotaenia japonica*
238. *Glehnia litoralis*
239. *Peucedanum japonicum*
240. *Cornus macrophylla*
241. *Pyrola rotundifolia* ssp. *chinensis*
242. *Rhododendron simsii*
243. *Vaccinium bracteatum*
244. *Ardisia japonica*
245. *Maesa japonica*
246. *Anagallis arvensis* var. *coerulea*
247. *Lysimachia christinae*
248. *L. clethroides*
249. *L. heterogenea*
250. *L. mauritiana*
251. *L. patungensis*
252. *L. pseudohenryi*
253. *L. remota*
254. *Limonium sinense*
255. *Diospyros lotus*
256. *Symplocos caudata*
257. *S. paniculata*
258. *S. setchuensis*
259. *Styrax confusa*
260. *S. suberifolia*
261. *Chionanthus retusus*
262. *Fontanesia fortunei*
263. *Forsythia viridissima*
264. *Fraxinus retusa*
265. *Jasminum sinense*
266. *Ligustrum ibota* subsp. *suave*
267. *L. ibota* var. *microphyllum*
268. *L. lianum*
269. *L. lucidum*
270. *L. quihoui*
271. *Buddleja lindleyana*
272. *Gardneria multiflora*
273. *Anodendron salicifolium*
274. *Trachelospermum cathayanum*
275. *T. gracilipes*
276. *T. jasminoides*
277. *Aneseia stenantha* var. *macrostephana*
278. *Calystegia soldanella*
279. *Dichondra repens*
280. *Ehretia thyrsiflora*
281. *Messerschmidia sibirica*
282. *Callicarpa pedunculata*
283. *Caryopteris incana*
284. *Clerodendrum trichotomum*
285. *Premna microphylla*
286. *Vitex negundo* var. *cannabifolia*
287. *V. trifolia* var. *simplicifolia*
288. *Elsholtzia splendens*
289. *Lamium barbatum*
290. *Mosla dianthera*
291. *M. scabra*
292. *M. soochowensis*
293. *Rabdosia amethystoides*
294. *Salvia chinensis*
295. *S. japonica*
296. *S. miltiorrhiza*
297. *Scutellaria indica*
298. *S. strigillosa*
299. *Lycium chinense*
300. *Lindernia anagallis*
301. *L. antipoda*
302. *L. procumbens*
303. *Monochasma savatieri*
304. *M. sheareri*
305. *Phtheirospermum japonicum*
306. *Siphonostegia chinensis*
307. *Aeginetia indica*
308. *Orobanche coerulescens*
309. *Hygrophila salicifolia*
310. *Rostellularia procumbens*
311. *Adina racemosa*
312. *Damnacanthus indicus*
313. *Galium bungei*
314. *Gardenia jasminoides*
315. *Hedyotis chrysotricha*
316. *H. diffusa*
317. *Lasianthus lancilimbus*
318. *Ophiorrhiza japonica*
319. *Lonicera hypoglauca*
320. *L. japonica*
321. *Sambucus chinensis*
322. *S. williamsii*
323. *Viburnum odoratissimum*
324. *Patrinia villosa*
325. *Codonopsis lanceolata*
326. *Lobelia chinensis*
327. *Adenophora trachelioides*

328. *Wahlenbergia marginata*
329. *Anaphalis sinica*
330. *Aster ageratoides* var. *lasiocladus*
331. *A. ageratoides* var. *scaberulus*
332. *A. panduratus*
333. *A. turbinatus*
334. *Bidens biternata*
335. *Dendranthema boreale*
336. *Emilia sonchifolia*
337. *Crossostephium chinense*
338. *Farfugium japonicum*
339. *Gnaphalium japonicum*
340. *G. polycaulon*
341. *Heteropappus arenarius*
342. *Ixeris laevigata*
343. *I. repens*
344. *Kalimeris lautureana*
345. *Lactuca morii*
346. *L. sororia*
347. *Lapsana apogonoides*
348. *L. humilis*

## 参 考 文 献

[1] 大井次三郎，1978: 改订日本植物誌顕花篇，至文堂，东京。
[2] 中国植被编辑委员会，1980: 中国植被，科学出版社，837—877。
[3] 中国自然地理编辑委员会，1979: 中国自然地理，海洋地理，科学出版社。
[4] 王景祥，1986: 试论浙江省森林植物区系，植物分类学报，**24**(3): 165—176。
[5] 台湾植物志编辑委员会，1975: 台湾植物志 2—6 卷，现代关系出版社，台北。
[6] 江苏植物研究所，1977: 江苏植物志，江苏人民出版社。
[7] 托尔马乔夫著，李锡文等译，1965: 分布区学说原理(植物分布学原理)，科学出版社。
[8] 阳含熙、卢泽愚，1981: 植物生态学的数量分类方法，科学出版社。
[9] 吴征镒，1979: 论中国植物区系的分区问题，云南植物研究，**1**(1): 1—22。
[10] 吴诚和，1982: 安徽植物区系的探讨，植物学报，**24**(5): 468—476。
[11] 吴鲁夫著，仲崇信等译，1960: 历史植物地理学引论，科学出版社。
[12] ——，1964: 历史植物地理学，科学出版社。
[13] 邱莲卿、陆瑞琳，1983: 舟山群岛种子植物研究(一)——植被概况，考察与研究**1**: 1—11。上海科学技术文献出版社。
[14] 初岛住彦、中岛邦雄，1979: 琉球の植物，講談社，东京。
[15] 郑勉，1984: 我国东部植物与日本植物的关系，植物分类学报 **22**(1): 1—5。
[16] 徐炳声，1965: 从黄山的植物地理资料看华东植物区系的亲缘，黄山植物的研究，上海科学技术出版社，267—308。
[17] Kirkpatrick, J. B. & Brown, M. J. 1984: A Numerical Analysis of Tasmanian Higher Plant Endemism. *Bot. J. Linn. Soc.* **88**: 165—183.
[18] Proctor, M. C. F. 1967: The Distribution of British Liverworts: A Statistical Analysis. *J. Ecol.* **55**(1): 119—135.